

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-202822
 (43)Date of publication of application : 27.07.2001

(51)Int.CI.

H01B 1/22
 H01B 1/00
 H01L 31/04

(21)Application number : 2000-012683

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 21.01.2000

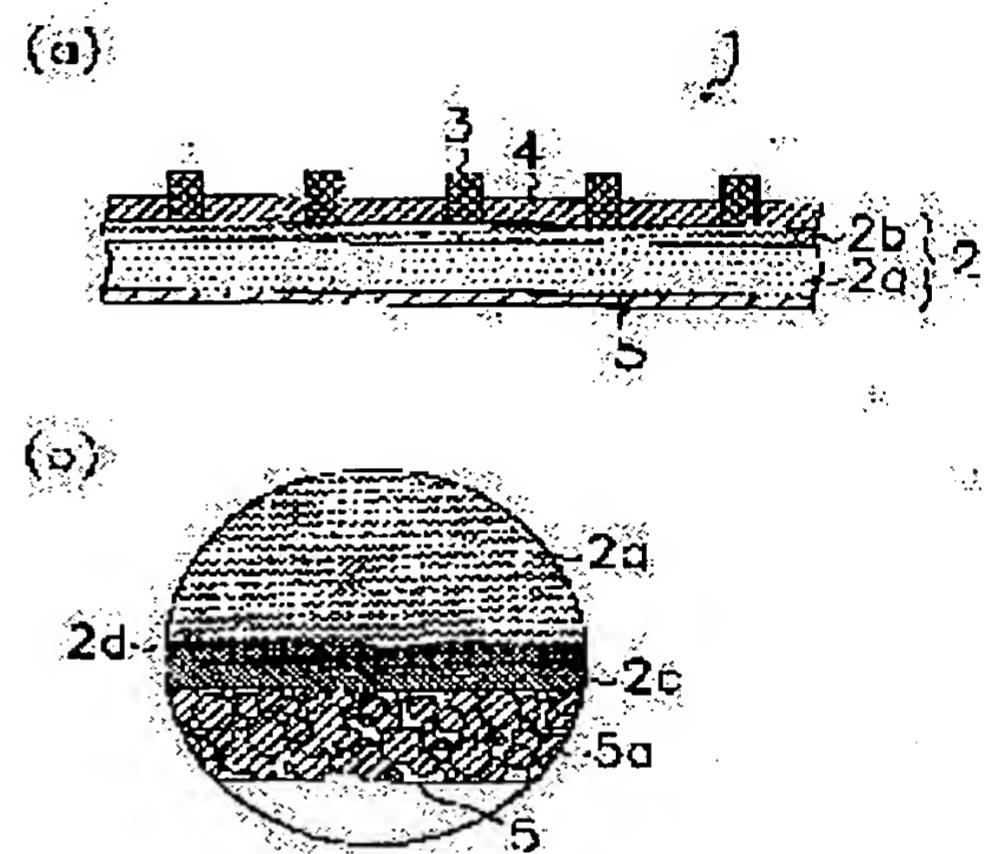
(72)Inventor : OYA HIROHISA

(54) CONDUCTIVE PASTE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a conductive paste which can achieve a high efficiency of solar cell and make a contribution to making other side electrode and Si wafer thin and to low cost of Si solar cell and Si solar electrode which forms the other side electrode using the paste.

SOLUTION: A conductive paste includes Al powder having its surface covered with oxide film and organic vehicle and is used for forming the other side electrode of Si solar electrode. Average particle diameter of Al powder is 2-10 μ m and thickness of the oxide film is 2-10 nm.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.01.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-202822

(P2001-202822A)

(43) 公開日 平成13年7月27日 (2001.7.27)

(51) Int. C1. 7

H 01 B 1/22
1/00
H 01 L 31/04

識別記号

F I

H 01 B 1/22
1/00
H 01 L 31/04

テマコード (参考)

A 5F051
D 5G301
H

審査請求 未請求 請求項の数 1

O L

(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-12683 (P2000-12683)

(22) 出願日 平成12年1月21日 (2000. 1. 21)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 大矢 裕久

京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

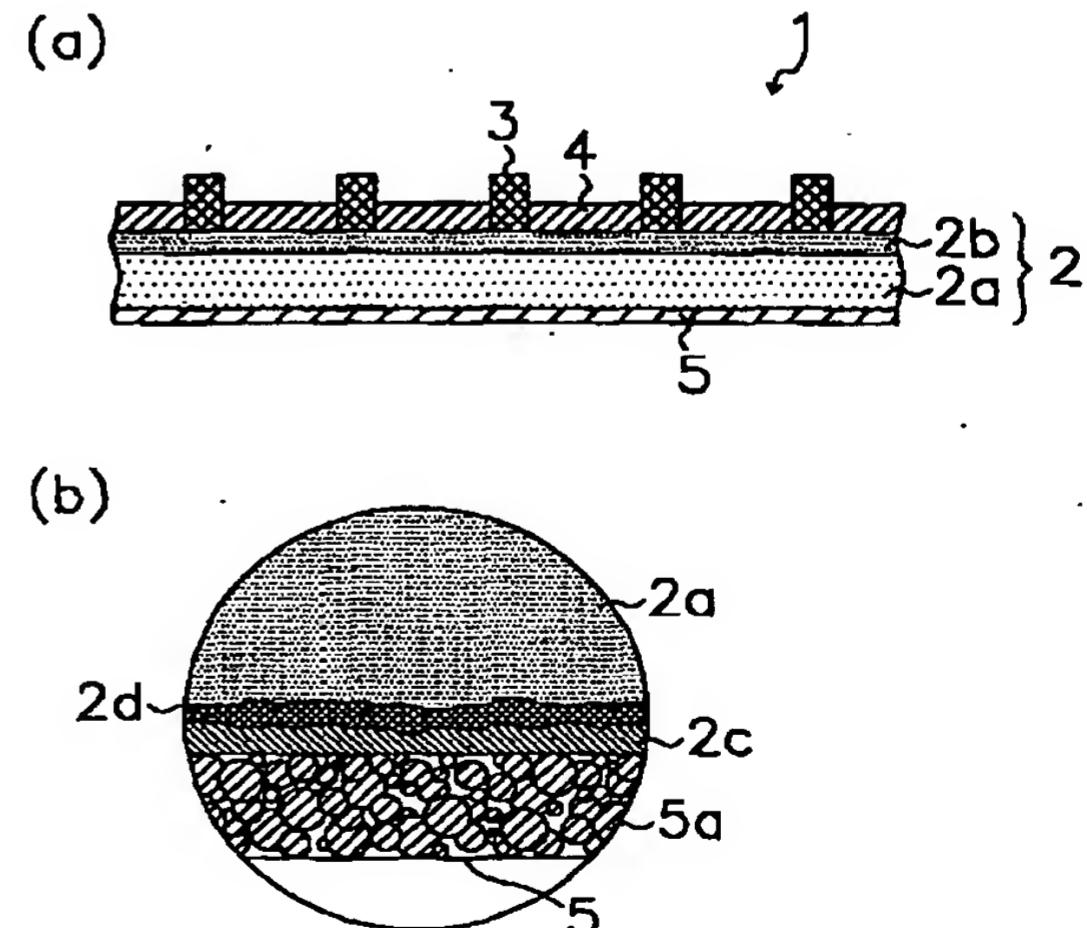
F ターム (参考) 5F051 AA02 CB27 DA03 FA06 FA10
FA13 FA15
5G301 DA04 DA42 DD01

(54) 【発明の名称】導電性ペースト

(57) 【要約】

【課題】本発明の目的は、Si太陽電池の高効率を達成できるとともに、裏面電極さらにはSiウェハの薄型化ならびにSi太陽電池の低コスト化に寄与できる、導電性ペーストならびにこれを用いて裏面電極を形成したSi太陽電池を提供することにある。

【解決手段】本発明の導電性ペーストは、表面が酸化皮膜で覆われたA1粉末と有機ビヒクルとを含有し、Si太陽電池の裏面電極形成に用いられる導電性ペーストであって、A1粉末の平均粒子径が2~10μmで、かつ酸化皮膜の厚みが2~10nmであることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 A1粉末と有機ビヒクルとを含有し、Si太陽電池の裏面電極形成に用いられる導電性ペーストであって、

前記A1粉末の平均粒子径が2～10μmで、かつ前記A1粉末表面の酸化皮膜の厚みが2～10nmであることを特徴とする、導電性ペースト。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、セラミック電子部品の電極形成に用いられる導電性ペーストならびにこれを用いて厚膜電極を形成したセラミック電子部品に関し、特にSi太陽電池の裏面電極等の形成に好適な導電性ペーストに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より導電性ペーストは、導電粉末とガラスフリットを有機ビヒクル中に分散させたものが用いられており、例えばSi太陽電池の裏面電極形成には、Siウェハに対するオーミック接触性を確保するために、主成分としてA1粉末を含有した導電性ペーストが用いられている。

【0003】 例えば図5(a)に示すように、Si太陽電池11は、p-Si層12aとn-Si層12bとかなるSiウェハ12と、Siウェハ12のn-Si層12b側に形成された受光面電極13と反射防止膜14と、Siウェハのp-Si層12a側に形成された裏面電極15とかなる。

【0004】 裏面電極15は、次のように形成される。すなわちSiウェハ12のp-Si層12a側に、A1粉末15aとガラスフリットを有機ビヒクル中に分散させた導電性ペーストを用いて電極膜を形成し、これを乾燥させ、大気雰囲気中の近赤外線炉にてA1粉末の融点、すなわち660℃以上の温度で焼成し、有機成分を除去してA1粉末15aを焼結させて裏面電極15が得られる。

【0005】 この焼成の際に、裏面電極15付近を拡大した図5(b)に示すように、裏面電極15はp-Si層12aと反応して、接合界面のp-Si層12a側にA1-Si合金層12cが形成され、さらにA1-Si合金層12cを介してp-Si層12aの内部にA1イオンが拡散し、p⁺電解層12dが形成される。A1-Si合金層12cおよびp⁺電解層12dは、裏面電極15のp-Si層12aに対するオーミック接触性を確保するとともに、長波長光反射効果、電子再結合防止効果、内部電解向上効果等によってSi太陽電池特性を向上させる働きを持つ。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、表面が酸化皮膜で覆われているA1粉末15aは、Siとの反応性に乏しい。さらに、大気中で焼成した場合、その酸

10

20

30

40

50

化皮膜の厚みは拡散則に従って増加するため、Siとの反応性が一層低下する。

【0007】 また、Siウェハ12の表面はテクスチャ一構造と呼ばれる数～10μmサイズのピラミッド状の凹凸構造を有しているため、導電性ペーストを用いて電極膜を形成した場合、裏面電極15中のA1粉末15aとp-Si層12aとの接触点、すなわち合金反応の開始点が減少する。また、特性に悪影響を及ぼすガラス成分等の不純物拡散を抑制するために、裏面電極15の焼成は数分程度の短時間で完了される。

【0008】 その結果、裏面電極15とp-Si層12a界面の反応や拡散が十分に進行せず、図5(b)における位置16において発生しているように、A1-Si合金層12cやp⁺電解層12dの形成が十分でない領域が生じて裏面電極の界面方向における被覆率が高まらず、Si太陽電池V-I特性の曲線因子であるフィルファクター(FF)、短絡電流(I_{sc})、開放電圧(V_{oc})が向上せず、所望の変換効率(E_{ff})が得られないという問題があった。

【0009】 なお、導電性ペーストによって形成されるA1-Si合金層12cやp⁺電解層12dは、裏面電極15とp-Si層12aの界面近傍の酸素分圧の影響を受けるため、裏面電極15の厚みに依存する性質を持つ。すなわち、裏面電極15の厚みを薄くすると、界面の酸素分圧が上昇して裏面電極15の反応活性が低下し、A1-Si合金層12cやp⁺電解層12dの形成が阻害され、上述した問題が生じる。

【0010】 近年、Si太陽電池11の低コスト化を目的としてSiウェハ12の薄型化が検討されているが、上述のように裏面電極15を薄層化できなければ、裏面電極15形成後の応力を低減できず、Siウェハの反り量が増大してしまうため、Siウェハ12を薄型にすることはできないという問題があった。

【0011】 本発明の目的は、上述の問題点を解消すべくなされたもので、Si太陽電池の高効率を達成できるとともに、裏面電極さらにはSiウェハの薄型化ならびにSi太陽電池の低コスト化に寄与できる導電性ペーストを提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明の導電性ペーストは、A1粉末と有機ビヒクルとを含有し、Si太陽電池の裏面電極形成に用いられる導電性ペーストであって、A1粉末の平均粒子径が2～10μmで、かつA1粉末表面の酸化皮膜の厚みが2～10nmであることを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】 本発明の導電性ペーストに用いられるA1粉末の平均粒子径は、2～10μmの範囲である。平均粒子径が2～10μmのA1粉末を用いることで、Siウェハの凹凸構造に関わらずより多くのA1-

S_i接触点が確保できるため、界面方向に均一な合金層形成ができ、合金層の被覆率を高めることができると。しかしながら、Al粉末の平均粒子径が2μm未満の場合、Al粉末中に占める酸化物の体積比率が高くなるため、電極固有抵抗の上昇に伴いS_i太陽電池の配線抵抗が増加し、S_i太陽電池特性が劣化するので好ましくない。他方、Al粉末の平均粒子径が10μmを超える場合、Al-S_i接触点が十分に確保できず、合金層の被覆率が低下する。

【0014】また、本発明の導電性ペーストに用いられるAl粉末の酸化皮膜の厚みは、2~10nmの範囲である。AlとS_iの合金反応は600°C以上の高温領域で起こる。一般に、Al粉末を大気中で昇温した場合、酸化皮膜の厚みは時間の放物線則に従って増加する。したがって、Al-S_i合金層の被覆率を高めるためには、合金反応の障壁となるAl粉末の酸化皮膜厚を、昇温前の初期状態で極力薄く抑えておくことが好ましい。酸化皮膜厚みが2~10nmのAl粉末を用いれば、広い焼成温度範囲でAl-S_i合金反応を促進することができ、高い合金層被覆率を得ることが可能となる。しかしながら、酸化皮膜厚みが2nm未満の場合、過剰な合金反応によりAl-S_iの凝集粒の発生やS_iウエハのクラック等の構造欠陥を招くため好ましくない。また酸化皮膜厚みが10nmを超える場合、上述した理由により、Al-S_iの合金反応が促進されない。

【0015】本発明の導電性ペーストを構成するAl粉末全体に占める本発明のAl粉末の含有量は特に限定されない。すなわち、目標とするS_i太陽電池特性や裏面電極の厚み、あるいは材料コストに合わせて、平均粒子径や酸化皮膜厚みの異なるAl粉末と任意に粒子配合し、Al電極の反応活性度を調節することが可能である。

【0016】本発明の導電性ペーストに含有される有機ビヒクルは、エチルセルロースやニトロセルロースなどの繊維素系樹脂やアルキッド樹脂、アクリル樹脂をタピネオールやカルビトール、セルソルブ等の溶剤に溶解したもの等を適宜用いることができるが、特に限定されるものではない。

【0017】本発明の導電性ペーストは、さらにガラスフリットを適宜含有してもよい。ガラスフリットは、例えばPbO-B₂O₃-SiO₂系ガラス、B₂O₃-B₂O₃-SiO₂系ガラス等を用いることができるが、特に限定されるものではない。

【0018】本発明のS_i太陽電池の一つの実施形態について図1を用いて詳細に説明する。S_i太陽電池1は、図1(a)に示すように、p-S_i層2aとn-S_i層2bとからなるS_iウエハ2と、受光面電極3と、反射防止膜4と、裏面電極5とからなる。受光面電極3および反射防止膜4は、S_iウエハ2のn-S_i層2b側の主面上に形成されている。裏面電極5は、本発明の

導電性ペーストがS_iウエハ2のp-S_i層2a側の主面上に導電膜が形成され焼成されてなる。なお、図1

(b)に示すように、焼成時において裏面電極5中のAlとp-S_i層2aが反応して接合界面のp-S_i層2a側にAl-S_i合金層2cが形成され、Al-S_i合金層2cを介してp-S_i層2aの内部にAlイオンが拡散し、p⁺電解層2dが形成されている。

【0019】裏面電極5は、平均粒子径が2~10μmで、かつ酸化皮膜の厚みが2~10nmであるAl粉末5aを含む本発明の導電性ペーストを用いて形成されていることから、過剰な合金反応によるAl-S_iの凝集粒の発生もなく、S_iウエハの凹凸構造に関わらずより多くのAl-S_i接触点が確保でき、十分な厚みを備えたAl-S_i合金層2cとp⁺電解層2dが形成されている。

【0020】なお、本発明のS_i太陽電池1において、受光面電極3および反射防止膜4の形状は上述の実施形態に限定されない。

【0021】

【実施例】まず、表1に示す平均粒子径と酸化皮膜厚みを持つAl粉末を準備し、これらを実施例1~9ならびに比較例1~5のAl粉末とした。なお、Al粉末の平均粒子径の測定は、エタノールとイソプロピルアルコールの混合溶剤を分散媒体として、レーザー回折散乱式の粒度分布計を用いて行なった。また、Al粉末の酸化皮膜厚みは、Al粉末中の酸化物量をその比表面積で除すことにより求めた。酸化物量は、カーボン製の坩堝に一定量のAl粉末を秤量し空気雰囲気中で2000°C以上に昇温、その際に発生する炭酸ガスを定量して測定した。比表面積はBET法により求めた。

【0022】

【表1】

試料	平均粒子径 (μm)	酸化皮膜厚み (nm)
実施例	1	2.5
	2	4.0
	3	6.2
	4	7.8
	5	3.0
	6	6.1
	7	9.2
	8	4.5
	9	8.8
比較例	1	1.8
	2	6.0
	3	8.2
	4	12.5
	5	11.3

【0023】次に、実施例1~9ならびに比較例1~5のAl粉末70重量%と、平均粒子径が1μmで軟化点585°CのPbO-B₂O₃-SiO₂系ガラスフリット2.5重量%と、ニトロセルロース樹脂とアルキッド樹

脂を α -テルピネオールに溶解してなる有機ビヒクル27.5重量%とを調合し、3本ロールミルで混練して、実施例1～9ならびに比較例1～5の導電性ペーストを得た。

【0024】次に、所定の寸法にカットした厚み350 μ mのSiウエハ上に、実施例1～9ならびに比較例1～5の導電性ペーストを用いてスクリーン印刷法により電極膜を形成し、150℃で乾燥させた後、近赤外炉において最高温度750℃で焼成して裏面電極を形成し、実施例1～9ならびに比較例1～5の試験サンプルを得た。なお、特性測定用に以下の3種類の試験サンプルを作製した。

【0025】固有抵抗値測定用サンプルは、40mm×20mmサイズのSiウエハ上に、400 μ m×全長200mmの折れ線のライン電極を形成して作製した。固有抵抗値は、実施例1～9ならびに比較例1～5のサンプル毎にライン電極両端間の電気抵抗値と電極厚みを測定して求め、これを表2にまとめた。

【0026】変換効率(Eff)測定用サンプルは、pn接合で構成される14mm角のSiウエハを準備し、n-Si面にAgからなる受光面電極を図2(a)に示すように櫛型状に形成し、他方p-Si面にAlからなる裏面電極を図2(b)に示すように略全面に形成して作製した。変換効率(Eff)は、ソーラーシュミレーターを用いて25℃、AM1.5の条件で、実施例1～*

【0034】また、Al粉末の平均粒子径が10μmを超える比較例4のサンプルは、電極固有抵抗は25μΩcmと低く優れたが、Al-Si合金層の被覆率が40%と低く劣ったために変換効率(Eff)が13.8%と低く劣り、本発明の範囲外となつた。

【0035】また、Al粉末の平均粒子径が10μmを超えて、かつ酸化皮膜の厚みが10nmを超える比較例5のサンプルは、Al-Si合金層の被覆率が15%と非常に低く劣ったために変換効率(Eff)が13.5%と低く劣り、本発明の範囲外となつた。

【0036】以上のように本発明の導電性ペーストを用いることによって、電極固有抵抗値を上昇させることとな*

*く、また焼成後の構造欠陥を招くことなくAl-Si合金層の被覆率を向上させることができ、本発明の範囲外の導電性ペーストに比べて、高い変換効率(Eff)が得られることが分かった。

【0037】次に、実施例2ならびに比較例3の導電性ペーストを用いて、厚みが20μm, 30μm, 40μm, 50μmの裏面電極を上述したサンプルと同様に形成して、Al-Si合金層の被覆率および変換効率(Eff)をそれぞれ測定し、これらを表3にまとめた。

10 【0038】

【表3】

特性 Al電極厚み	実施例2		比較例3	
	Al-Si合金層 被覆率(%)	変換効率Eff (%)	Al-Si合金層 被覆率(%)	変換効率Eff (%)
50μm	92	15.0	48	13.7
40μm	84	14.9	30	13.6
30μm	72	14.7	18	13.5
20μm	55	14.0	12	13.2

【0039】表3より、実施例2のサンプルは、裏面電極の厚みが20μmと薄い場合であっても、Al-Si合金層の被覆率が55%、変換効率(Eff)が14.0%で実用的なSi太陽電池特性が得られた。したがつて、裏面電極を薄層化でき、さらには応力緩和によってSiウェハを薄くすることも可能であることが示された。

【0040】これに対して、比較例3のサンプルは、裏面電極の厚みが50μmと厚い場合であっても、上述したようにAl-Si合金層の被覆率は48%、変換効率(Eff)は13.7%であり、厚みが20μmと薄い場合には、Al-Si合金層の被覆率は12%と極端に低く、したがつて変換効率(Eff)も13.2%と低く劣った。

【0041】以上のように、裏面電極の厚みが薄くなるにしたがつてAl-Si合金層の被覆率が低下し、変換効率(Eff)が劣化する傾向があるが、本発明の導電性ペーストを用いて裏面電極を形成すると、厚みが20μmと薄い場合であっても、実用的なSi太陽電池として許容し得る変換効率が得られることが分かった。

【0042】

【発明の効果】以上のように本発明の導電性ペーストは、Al粉末と有機ビヒクルとを含有し、Si太陽電池の裏面電極形成に用いられる導電性ペーストであつて、Al粉末の平均粒子径が2~10μmで、かつAl粉末表面の酸化皮膜の厚みが2~10nmであることを特徴とすることで、これを用いて裏面電極を形成したSi太陽電池の高効率を達成できるとともに、裏面電極さらにはSiウェハの薄型化を可能にしてSi太陽電池の低コスト化に寄与できる、導電性ペーストを提供するこ

とができる。

【0043】また、本発明の導電性ペーストを用いて裏面電極が形成されたSi太陽電池、例えば、n-Si層とp-Si層を備えるSiウェハと、Siウェハのn-Si層側の主面に形成された受光面電極および反射防止膜と、Siウェハのp-Si層側の主面に形成された裏面電極とからなり、裏面電極は、本発明の導電性ペーストを用いてSiウェハのp-Si層側の主面上に電極膜が形成され焼成されてなることを特徴とするSi太陽電池は、過剰な合金反応によるAl-Siの凝集粒の発生もなく、Siウェハの凹凸構造に関わらずより多くのAl-Si接触点が確保でき、十分な厚みを備えたAl-Si合金層とp⁺電解層が形成され、高効率かつ低コストを達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一つの実施形態における導電性ペーストを用いて裏面電極を形成したSi太陽電池の断面図であり、(a)はSi太陽電池の全体的な説明図であり、(b)はp-Si層と裏面電極の界面を拡大した説明図である。

【図2】本発明の実施例ならびに比較例における固有抵抗値測定用サンプルの平面図であり、(a)は該サンプルの表面、(a')は該サンプルの裏面の説明図である。

【図3】本発明の実施例1におけるAl-Si合金層の被覆率測定用サンプルにおいて、裏面電極方向のSiウェハの界面を撮影した顕微鏡写真である。

【図4】本発明の比較例4におけるAl-Si合金層の被覆率測定用サンプルにおいて、裏面電極方向のSiウェハの界面を撮影した顕微鏡写真である。

【図5】従来の導電性ペーストを用いて裏面電極を形成

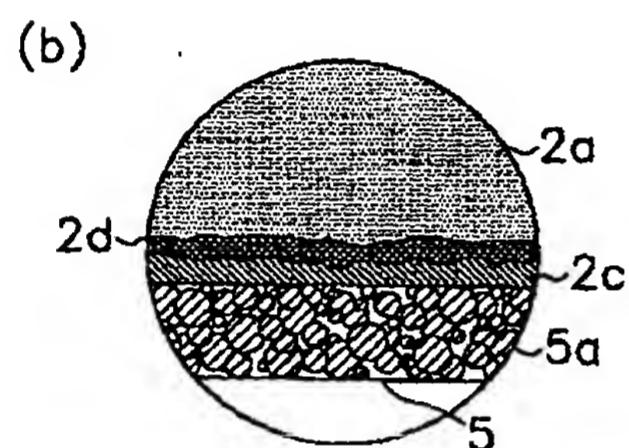
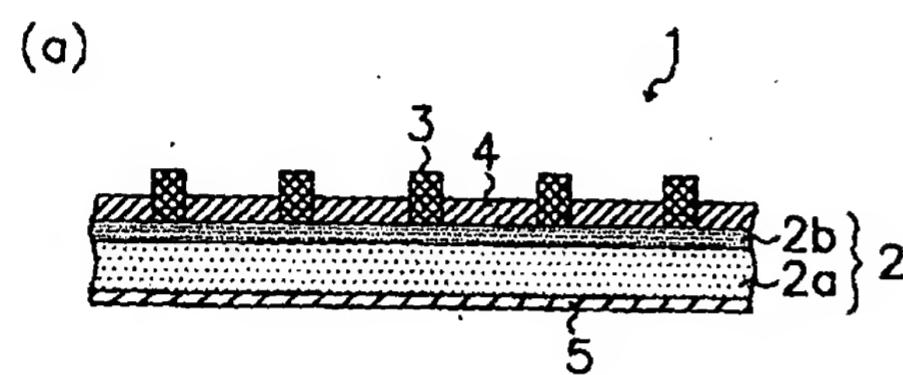
したSi太陽電池の断面図であり、(a)はSi太陽電池の全体的な説明図であり、(b)はp-Si層と裏面電極の界面を拡大した説明図である。

【符号の説明】

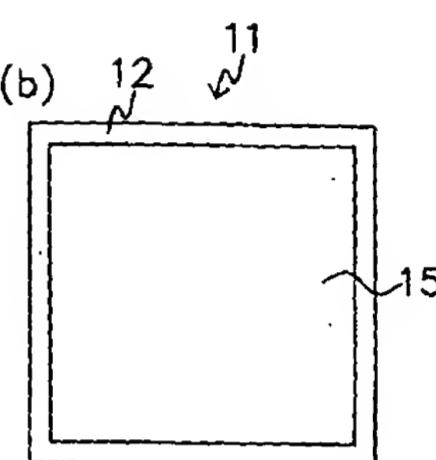
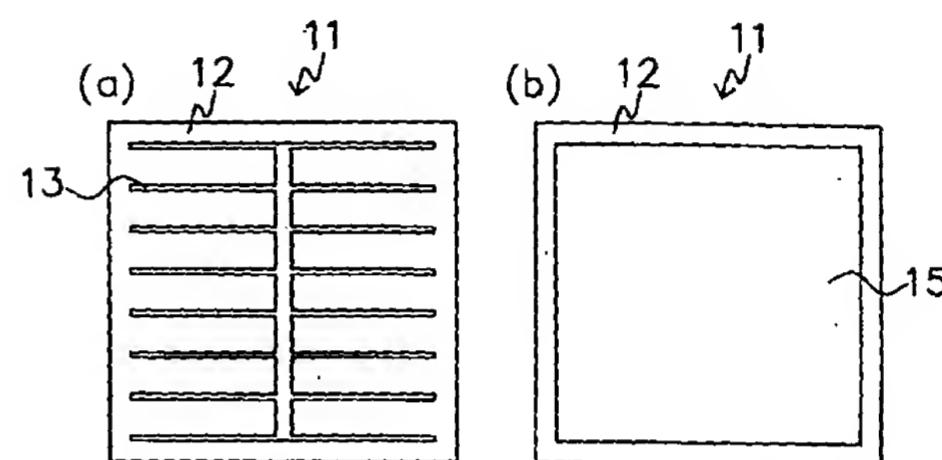
1 Si太陽電池
2 Siウェハ

2a n-Si層
2b p-Si層
3 受光面電極
4 反射防止膜
5 裏面電極

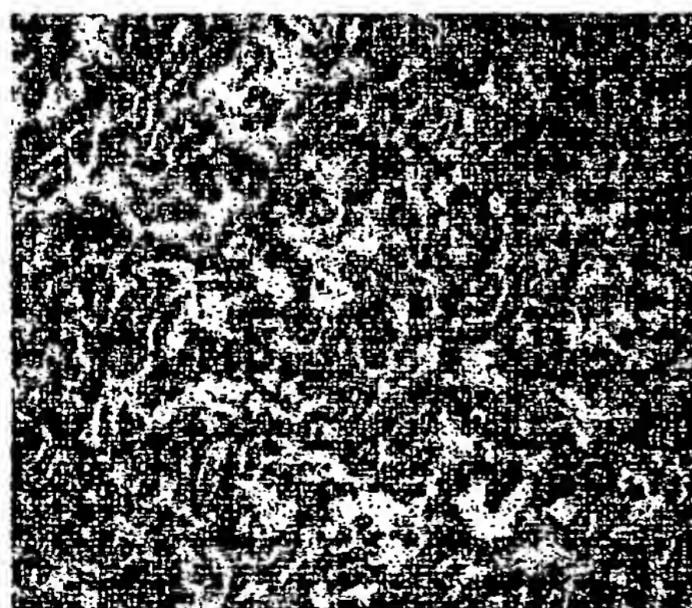
【図1】



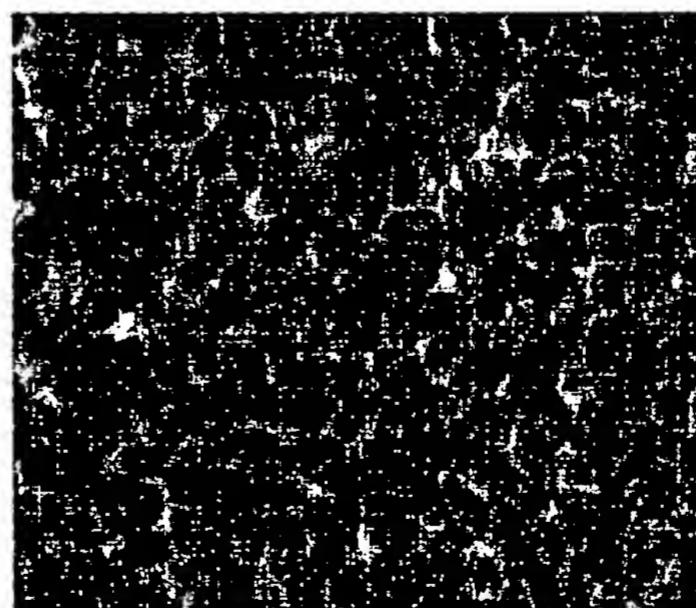
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

